

学校编码: 10384

密级_____

学号: 19920071151149

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

新型防水尼龙拉链成型机关键技术的开发

The Key Technical Development of New Waterproof of
Nylon Zipper Molding Machine

李珊

指导教师姓名: 韩旻 教授

专 业 名 称: 测试计量技术与仪器

论文提交日期: 2010 年 5 月

论文答辩日期: 2010 年 6 月

2010 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

目前，国内的防水尼龙拉链成型机主要从国外进口，维修困难，配件难寻。防水尼龙拉链成型机的技术难点在于关键部件成型螺杆的加工制造，成型螺杆是多规格变螺距、变槽深、变槽宽的异型螺杆，其几何结构形状直接影响防水拉链的精度和性能。加工成型螺杆要求数控系统具有同时变螺距、变槽深、变槽宽的加工控制功能。在国内外的数控加工控制系统中，仅有控制变螺距、变槽深指令，没有实现螺距、槽深、槽宽三者同时改变的控制功能。

本课题根据防水尼龙拉链的成型原理，利用 ANSYS 软件分析加热系统的温度响应特性，优化链齿成型装置组件，设计成型装置系统的三维结构模型。成型装置系统的设计主要包括成型模具、螺杆组件和可调节行程打头装置等结构的设计，依据尼龙材料的线径，可实现同一种机型加工不同规格的尼龙拉链功能。

通过对防水尼龙拉链的成型研究，建立了三变螺杆的参数化数学模型，开发出该类螺杆的专门数控加工程序。三变螺杆的数控加工程序是由 Visual Basic 语言编写的开发程序生成，该开发程序具有良好的人机窗口界面，输入螺杆参数，运行程序即可得到三变螺杆的数控加工 NC 代码。本课题以生产 6#防水尼龙拉链的成型螺杆为例，在 FANUC 数控机床上加工三变螺杆。经检测，成型螺杆的螺距、槽深、槽宽的变化规律与该三变螺杆的数学方程表达式的变化规律一致，验证了数学模型的准确性和加工程序的合理性。在数控机床上实现了螺距、槽深、槽宽三者同步变化的数控加工控制功能，不仅加工出新型防水尼龙拉链成型机的关键部件，还满足了各种挤塑机中异型螺杆的数控加工要求。

本课题的研究成果已取得专利，专利号：200920137211.4。课题的开发为我国生产具有自主知识产权的新型防水尼龙拉链成型机提供了切实可行的理论依据，以及合理可靠的加工控制方法，同时也提供了各种不同尺寸的三变螺杆的设计加工途径。

关键词：防水尼龙拉链成型机；三变螺杆；数学建模；数控加工

Abstract

At present, waterproof of nylon zipper molding machine is mainly dependent upon importation from foreign countries in domestic. It's difficult to get spare parts for maintenance. Manufacturing forming screw is technical difficulty and key technologies in the waterproof of nylon zipper molding machine. Forming screw is heterotypic screw, which is variable pitch & groove depth & groove width. The screw geometry shape has directly effect to precision and performance of waterproof nylon zipper. The requirement of manufacturing forming screw is CNC system, which can control to process variable pitch & groove depth & groove width screw. However, at home and abroad, CNC systems only have instructions of controlling pitch and groove depth. They can't realize to change pitch, groove depth and groove width synchronously.

According to forming theory of waterproof nylon zipper, this article analyzes temperature response of heating system by ANSYS software, designs and optimizes three-dimensional structure model of forming devices system. The design of forming devices system mainly includes forming molds, screw components and nob devices which can control stroke. It can realize to process nylon zipper of different specifications in the same type machine by the diameter of nylon material.

By research forming principle of waterproof nylon zipper, we found parameterized mathematical model of the type of forming screw, and put forward special CNC machining program. The program is developed by Visual Basic language. The development program has good human-computer interface window. It can get NC codes of three variable screws by inputting screw parameters. On the case of 6# waterproof nylon zipper, we processed forming screw on the FANUC CNC machine. Practical results show that change of pitch, groove depth and groove width in the forming screw is the same with theoretical model, and verifies accuracy of mathematical models and reasonability of machining program. It realizes CNC machining function of controlling pitch & groove depth & groove width to change synchronously. And it can also process key parts of new type waterproof of nylon zipper molding machine, and fit requirements of all kinds of heterotypic screws in the plastic machines.

The research result has been patented and patent number is 200920137211.4. The article provides reasonable theoretical basis and process method for the production of independent intellectual property rights of new type waterproof of nylon zipper molding machine in China. And it also offers approaches to design and machining different sizes of three variable screws.

Key words: Waterproof of nylon zipper molding machine; Three variable screw; Mathematical model; CNC machining

目 录

第一章 绪论	1
1.1 拉链成型机概述	1
1.1.1 拉链成型机的种类	1
1.1.2 防水尼龙拉链成型机的发展前景	3
1.1.3 防水尼龙拉链成型机的工作原理	5
1.2 异型螺杆的加工研究	6
1.2.1 异型螺杆的加工方法	7
1.2.2 异型螺杆加工方法的比较	9
1.2.3 国内外异型螺杆加工的研究现状	10
1.3 课题研究的意义和内容	11
1.3.1 课题研究意义	11
1.3.2 课题研究内容	11
第二章 成型装置组件设计	13
2.1 温控系统	13
2.1.1 加热成型模具的设计	13
2.1.2 加热装置的温度响应分析	14
2.1.3 冷却系统	17
2.2 成型螺杆组件	18
2.2.1 成型螺杆的设计要求	18
2.2.2 螺杆组件的结构设计	19
2.3 打头装置	21
2.3.1 打头装置的结构	21
2.3.2 凸轮机构	22
2.4 成型装置系统结构	23
2.5 小结	25
第三章 三变螺杆的数学模型分析	26
3.1 三变螺杆的特征	26
3.2 异型螺杆的成形原理	27

3.3 三变螺杆的数学模型	28
3.3.1 等距螺旋线方程	29
3.3.2 多项式螺旋线方程	29
3.3.3 变加速螺旋线方程	32
3.3.4 匀加速螺旋线方程	34
3.4 分析讨论	35
3.5 小结	36
第四章 三变螺杆的数控编程与加工仿真	37
4.1 数控加工技术	37
4.1.1 数控加工原理	37
4.1.2 数控加工编程	38
4.2 加工三变螺杆的系统设计	39
4.3 程序开发	41
4.3.1 三变螺杆的加工工艺分析	41
4.3.2 程序递推分析	43
4.3.3 变螺距螺纹的加工指令分析	45
4.3.4 三变螺杆加工程序的开发	48
4.4 加工仿真	52
4.5 小结	53
第五章 加工验证	54
5.1 FANUC 数控机床简介	54
5.2 实际加工	55
5.3 检测结果	57
5.4 小结	58
第六章 结论与展望	59
6.1 结论	59
6.2 展望	60
参考文献	61
研究生阶段发表论文	64
致 谢	65
附 录	66

附录 A 成型螺杆工程图	66
附录 B VB 程序部分代码段	67

厦门大学博士论文摘要库

Contents

Chapter I . Introduction	1
1.1 Summary of zipper molding machine	1
1.1.1 Types of zipper molding machine	1
1.1.2 Prospect of waterproof of nylon zipper molding machine.....	3
1.1.3 Principle of waterproof of nylon zipper molding machine.....	5
1.2 Processing reseach of heterotypic screw	6
1.2.1 Processing methods of heterotypic screw	7
1.2.2 Comparison of processing heterotypic screw	9
1.2.3 Research status of heterotypic screw at home and abroad.....	10
1.3 Significance and content.....	11
1.3.1 Significance.....	11
1.3.2 Content.....	11
Chapter II . Design of forming devices	13
2.1 Temperature control system.....	13
2.1.1 Design of heating forming molds	13
2.1.2 Temperature response analysis of heating system	14
2.1.3 Cooling system.....	17
2.2 Forming screw components.....	18
2.2.1 Design requirements of forming screw	18
2.2.2 Structure design of forming screw components	19
2.3 Nob devices	21
2.3.1 Structure of nob devices.....	21
2.3.2 Cam mechanism.....	22
2.4 Structure of forming devices system	23
2.5 Summary.....	25
Chapter III. Mathematical model analysis of three variable screw ..	26
3.1 Properties of three variable screw	26
3.2 Forming theory of heterotypic screw	27
3.3 Mathematical models of three variable screw	28
3.3.1 Equation of isometric spiral curve	29
3.3.2 Equation of polynomial spiral curve.....	29

3.3.3 Equation of half sine spiral curve	32
3.3.4 Equation of steady accelerated spiral curve	34
3.4 Analysis and discussion.....	35
3.5 Summary.....	36
Chapter IV. CNC programing and simulation of three variable screw	37
4.1 CNC machining technology	37
4.1.1 CNC machining theory	37
4.1.2 CNC machining programme	38
4.2 System design of machining three variable screw.....	39
4.3 Program development.....	41
4.3.1 Process analysis of three variable screw	41
4.3.2 Recurrence analysis of program.....	43
4.3.3 Instruction analysis of machining variable pitch screw	45
4.3.4 Program development of three variable screw.....	48
4.4 Machining simulation	52
4.5 Summary.....	53
Chapter V . Machining verification	54
5.1 Introduction of FANUC	54
5.2 Machining	55
5.3 Testing results	57
5.4 Summary.....	58
Chapter VI. Conclusion and prospect.....	59
6.1 Conclusion	59
6.2 System improvement project	60
Reference.....	61
Published articles	64
Acknowledgements	65
Appendices.....	66
Appendix A Engineering drawing forming screw.....	66
Appendix B Program codes of VB.....	67

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 绪论

随着社会的发展，拉链产品的性能、材料、结构日新月异，用途广泛，深入到航天、航空、军事、医疗、民用等各个领域，在人们生活中起到的作用越来越大。拉链由最初的金属材料逐渐向非金属材料发展，由单一品种单一功能向多品种多规格综合功能发展，由简单构造到今天的精巧美观，经历了漫长的演变过程^[1]。

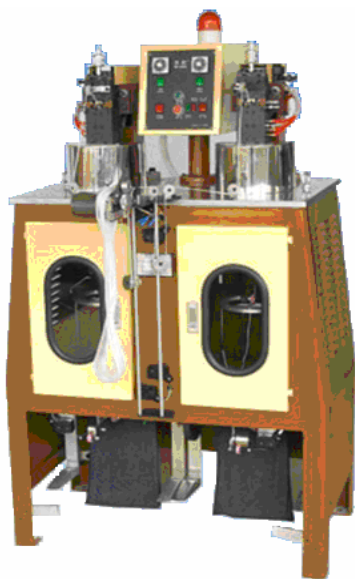
1.1 拉链成型机概述

由于拉链用途和品种的变化，以及拉链应用场合的拓展，对拉链的性能要求不断提高，如防水防锈等，给拉链的制造技术带来了更多的难题。模具的开发设计、合金的熔炼技术、拉链表面的电镀以及油漆的表面处理等都是现代拉链制造技术的难点。近几年来，世界上工业发达国家的拉链成型机生产厂家，都在不断地提高拉链成型机的质量、性能、辅助设备的配套工艺以及自动化水平，同时大力研发专用拉链成型机、精密拉链成型机，以满足生产各种拉链产品的需求。

1.1.1 拉链成型机的种类

拉链按材料进行分类，可以分为三大类：尼龙拉链、树脂拉链和金属拉链。目前，市场上用于制造拉链产品的机械设备种类很多。根据拉链种类以及成型工艺的不同，主要有尼龙拉链成型机、注塑拉链成型机、金属拉链成型机等^[2]。

尼龙拉链成型机适合于生产尼龙拉链码装链条的成型工序。如图 1.1 所示，为台湾东陵拉链机械公司生产的 TZG-1109 普通尼龙拉链成型机，其技术规格参数如表 1.1。尼龙拉链的成型过程是，尼龙线材由传动装置送入成型模具内，通过温控系统加热变形，最后由其它机件压制成型。该产品机器自动化程度高，在出现缺单丝、中心线、左右链齿弹性差异大、单丝缠绕螺杆等异常情况下，自动停车装置均会控制机器自动停车。在系统传动装置中，采用同步带轮、伞形塑料齿轮来传递动力，因此，机器高速运转时噪音低，传动平稳，齿带自动啮合时省力，同时也省电。



动力	1.5KW
供电电压	380V
平均产量	4-4.2Yard/min
机器尺寸	100×90×160cm
净重	350kg
规格	2 #、3 #、4 #、5 #、 6#、7 #、8 #、10 #

图1.1 TZG-1109普通尼龙拉链成型机 表1.1 TZG-1109成型机的技术参数

注塑拉链成型机是采用双模式交替成型，工作效率高，锁模力大，模具移动平稳，注头光滑美观，具有占地面积小、模具拆装方便等优点^[3]。如图 1.2 所示，为日本 KSU 株式会社旗下今塑精密机械公司生产的 KSU-120 注塑拉链成型机，其技术规格参数如表 1.2，在树脂拉链成型时，采用螺杆预塑、定量、限位加料，全液压快慢速合模的加工方式。一般螺杆式注塑机的成型工艺过程是：首先将粒状或粉状塑料加入机筒内，并通过螺杆的旋转和机筒外壁加热使塑料成为熔融状态，然后机器进行合模和注射座前移，使喷嘴贴紧模具的浇口道，接着向注射缸通入压力油，使螺杆向前推进，同时以较高的压力和较快的速度将熔料注入温度相对比较低的闭合模具内，经过一定的时间和压力保持、冷却，使其固化成型^[4]。



动力	2.5KW
供电电压	220V/380V
平均产量	5.8Yard/min
机器尺寸	150×80×260cm
净重	700kg
规格	3 #、5 #、8 #、10 #、 20 #、30 #

图1.2 KSU-120注塑拉链成型机 表1.2 KSU-120成型机的技术参数

金属拉链成型机在进料装置上,采用带座进缸、料管自动升降等人性化设计,具有清料方便的特点。典型的金属拉链成型机设备是植齿机,如图 1.3 所示,为广州振宇拉链机械公司生产的 ZY-501-C 单边高速植齿机,其技术规格参数如表 1.3。金属拉链植齿机的链齿成型是通过上下滑板的往复运动,来完成拉链的链齿植齿动作。其中上下滑板往复运动所需的动力,是依靠各自凸轮旋转时所产生的径向推力为滑板提供一个方向的动力;而另一个方向的动力,是由固定于箱体与滑板之间的被压缩弹簧的弹性力来提供的。因此,在拉链植齿机高速运行时,可减少运转负荷,降低能耗^[5]。此外,在金属拉链成型的始末端,还可以使用开口模具或者双开口模具制造不同的头尾制。



动力	1.6KW
供电电压	380V
平均产量	3.33Yard/min
机器尺寸	200×80×220cm
净重	500kg
规格	3.5 #、4 #、5 #、 8 #、10 #

图1.3 ZY-501-C金属拉链植齿机 表1.3 ZY-501-C植齿机的技术参数

1.1.2 防水尼龙拉链成型机的发展前景

近年来,随着产品需求的变化,注塑拉链、金属拉链和尼龙拉链三大系列的比例发生了明显变化,如图 1.4 所示。从图中可以看出,尼龙拉链占有的比例逐年增加,且市场占有率最大。究其原因,是由于金属拉链在使用过程中容易被氧化,影响了拉链产品的使用性能;而注塑拉链由于采用低成本的塑料代替聚甲醛,严重地影响了注塑拉链的质量和声誉,导致服装设计不再选用注塑拉链;对于尼龙拉链而言,随着服装、体育用品、旅游用品等行业的迅速发展,带动其配套产品尼龙拉链的需求量也迅速增加,此外,医用和防水拉链

等其它领域特殊拉链的研制成功，拓宽了尼龙拉链产品的使用范围，同时也增加了需求量^[6]。尼龙材料为韧性角状半透明或乳白色结晶性树脂，具有很高的机械强度，软化点高，耐热，磨擦系数低，耐磨损，润滑性好且无毒无臭。基于尼龙本身的材料性能优越，再加上尼龙的成本低，使得尼龙拉链在各种类型的拉链产品中，应用范围最广，需求数量也最大。因此，生产尼龙拉链产品的机械设备，即尼龙拉链成型机的发展具有良好的市场前景。

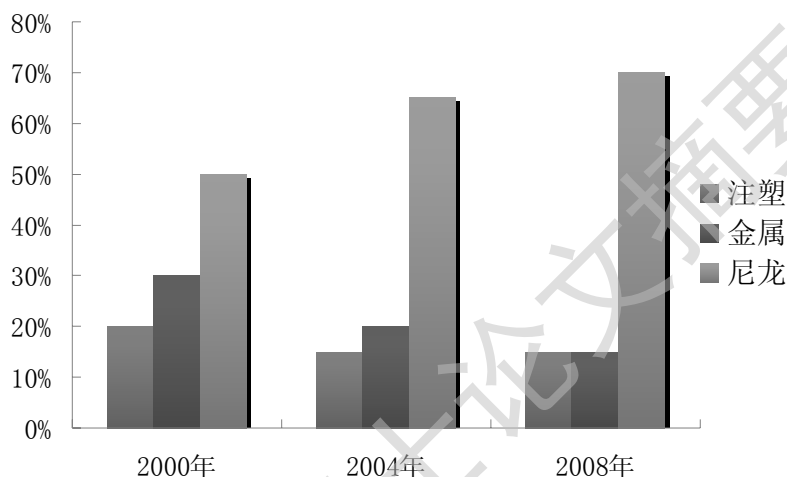


图1.4 注塑、金属、尼龙拉链的需求量比例变化

目前，我国已形成以拉链生产、销售为主的三大产业集群基地——浙江温州桥头镇、福建晋江、浙江义乌。我国生产的拉链20%直接出口，60%与其它产品配套间接出口。近几年来，我国的拉链产业每年连续保持20%以上的增长速度^[7]。但是我国的拉链产业主要以劳动力廉价为基础，走低端产品路线，其关键因素是由于拉链成型机的制造加工技术的限制。尤其是采用尼龙材料加工防水拉链，不仅对加工工艺的要求非常高，而且其加工设备也比有色金属和树脂材料要复杂的多。在国内，现有的防水尼龙拉链成型机价格昂贵，配件难寻，维修困难。据统计显示，在我国已申请的与拉链制造有关的发明专利共198项，其中有146项是具有“拉链之王”称号的日本YKK工业株式会社申请，占74%^[8]。由此可见，日本公司的专利已经占领了我国拉链制造技术的许多制高点，形成了一个全面的保护系统。因此，中国拉链企业必须研制防水尼龙拉链成型机的制造加工，培育具有自主知识产权的核心技术，提升产品质量，进入拉链产品的高端市场。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库